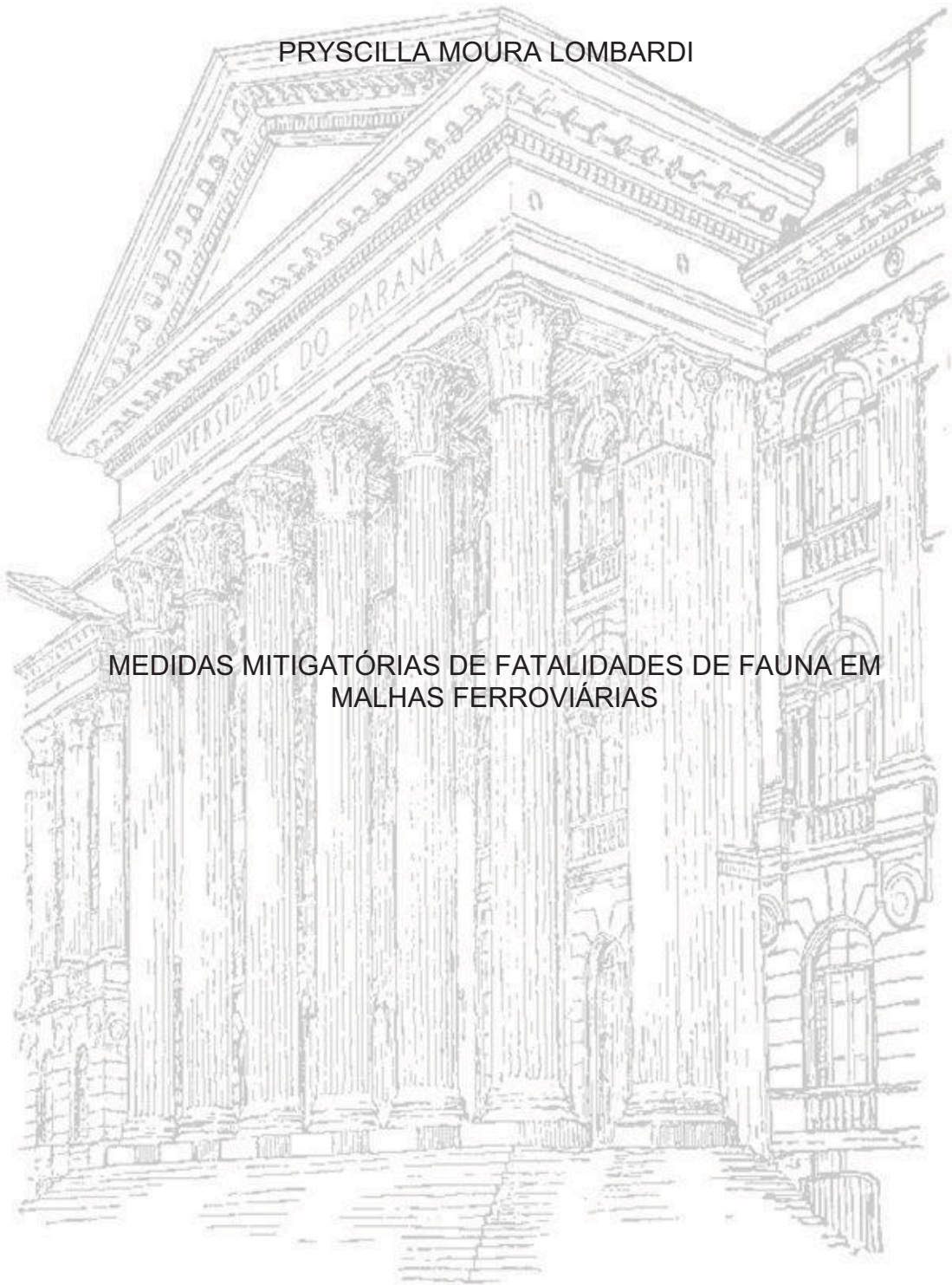


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PRYSCILLA MOURA LOMBARDI

MEDIDAS MITIGATÓRIAS DE FATALIDADES DE FAUNA EM
MALHAS FERROVIÁRIAS



CURITIBA

2018

PRYSCILLA MOURA LOMBARDI

MEDIDAS MITIGATÓRIAS DE FATALIDADES DE FAUNA EM MALHAS
FERROVIÁRIAS

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso de Pós-graduação em MBA em Gestão Ambiental, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial a obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Sergio A. A. Morato

CURITIBA
2018

RESUMO

As malhas ferroviárias da RUMO atravessam quatro biomas brasileiros e, com o intuito de mitigar os impactos ambientais causados por atropelamentos e outras fatalidades, foram instalados ao longo dos trechos diferentes medidas de mitigação que permitem o trânsito seguro das espécies entre os ambientes disjuntos pela via férrea. O presente trabalho teve como objetivo apresentar uma síntese das medidas mitigatórias de fatalidades de fauna utilizadas hoje nas quatro malhas da RUMO. São quatro diferentes tipos de medidas mitigadoras aplicadas ao longo das malhas: 150 passagens inferiores de fauna instaladas ao longo da Malha Norte (entre MS e MT) e Malha Paulista, cercas-guias instaladas como direcionadores em 27 passagens de fauna, apitos ultrassônicos instalados em 10 locomotivas circulando entre Rondonópolis-MT e o Porto de Santos e seis canaletas entre dormentes instaladas como passagem de quelônios no trecho entre Porto Alegre e Rio Pardo (RS). Ao longo de 752 km de ferrovia entre MS e MT, 70 estruturas de passagem de fauna foram definidas para monitoramento. Foram realizadas 12 campanhas de monitoramento com armadilhas fotográficas a fim de verificar se as estruturas eram utilizadas pela fauna local para travessias. Foram registrados 5.325 indivíduos utilizando as passagens, pertencentes a 103 espécies. Dentre as estruturas de passagem monitoradas, oito possuem cercas-guia instaladas, cercas de 150 m para cada lado do passa-fauna. As cercas foram instaladas para direcionar os animais silvestres para a passagem de fauna. Em relação ao uso, as passagens de fauna com cerca não apresentaram mais registros de travessias que as estruturas sem cerca. Já os apitos ultrassônicos são acionados pelo vento quando a locomotiva atinge velocidades a partir de 50 km/h, e o som produzido tem um alcance de 400 m. Os apitos foram instalados em 10 locomotivas com o objetivo de testar a eficácia do aparelho em afugentar a fauna da linha enquanto a composição se aproxima. Ainda não foram obtidos resultados da aplicação, por dificuldades operacionais nas primeiras tentativas de monitoramento e furtos da primeira leva de equipamentos. As canaletas para passagem de quelônios foram instaladas em dois locais identificados como *blackspot* de atropelamento. As estruturas foram monitoradas por 10 dias consecutivos com armadilhas fotográficas a fim de se registrar o uso das passagens pelo grupo alvo e outros animais de médio porte. Foram registrados oito indivíduos de seis diferentes espécies ou atravessando ou no entorno das estruturas, sendo um indivíduo quelônio da espécie *Trachemys dorbigni* (tigre-d'água). Considerando os resultados obtidos até agora, serão realizadas mais campanhas de monitoramentos para os apitos e canaletas, a fim de se obter resultados mais representativos das medidas aplicadas. Com os resultados desses testes a serem realizados, espera-se obter subsídio para futuras tomadas de decisão quanto à aplicação de medidas mitigatórias em outros trechos.

Palavras-chave: Medidas mitigadoras 1. Passagem de fauna 2. Ferrovia 3. Atropelamento de fauna 4.

ABSTRACT

RUMO's railroads cross four Brazilian biomes and on the effort to mitigate environmental impacts from railkills and other fatalities, different mitigatory measures were installed along the railroads that allow a safe passage between habitats divided by the railway. This study objective is to present a synthesis of the mitigatory measures for fauna fatalities used today at the four RUMO railroads. There are four different kind of mitigatory measures along the railroads: 150 fauna underpassages installed along "Malha Norte" (between MS and MT) and "Malha Paulista"; guiding fences installed as drivers on 27 fauna underpassages; ultrasonic whistles installed on 10 locomotives going throughout Rondonópolis-MT and Santos's Port; six channels between sleepers installed as passages for chelonians at the patch between Porto Alegre and Rio Pardo (RS). Along the 752 km of railroad between MS and MT, 70 fauna underpassages were selected for monitoring, in which 12 monitoring campaign were done with trap cameras in order to verify if local fauna was crossing railroad through the structures. 5325 specimens from 103 species were registered using the underpassages. Among the underpassages, eight have guiding fences installed, fences with 150 m at each side of the passages. Fences were installed to guide local fauna into the underpassage. About usage, fauna underpassages with guiding fences did not registered more specimens crossing than underpassages without fences. The ultrasonic whistles activate by the wind when the locomotive goes over 50 km/h, and the sound has a 400 m range. Whistles were installed on 10 locomotives in order to test its efficiency in drive off fauna from the railway while the train gets near. We still do not have results from the effort, because of operational difficulties and thefts of the first whistles installed. The channels for chelonians crossing over were installed in two places identified as *blackspots* for chelonians railkills. These structures were monitored for 10 consecutive days with trap cameras to register its use by focal fauna group and others medium sized animals. Eight specimens from six different species were registered or crossing or around the channels, and only one chelonian (*Trachemys dorbigni*). Heaving these results until now, new monitoring campaigns will be done for the whistles and channels to obtain results that are more representative. With further results from the tests to come, we expect to obtain subsidy for future decision-making processes about applying new mitigatory measures at others railroads.

Keywords: Mitigatory measures 1. Crossing structures 2. Railway 3. Fauna railkill 4.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MAPA DAS MALHAS FERROVIÁRIAS DA RUMO.....	7
FIGURA 2 - EXEMPLOS DE PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA; GALERIA ECOLÓGICA, PONTE, PASSA-FAUNA E PASSA-GADO/PASSA-FAUNA.	10
FIGURA 3 - EXEMPLO DE CERCA-GUIA INSTALADA ASSOCIADA À PASSAGEM DE FAUNA.	11
FIGURA 4 – EXEMPLO DE APITOS ULTRASSÔNICOS INSTALADOS EM LOCOMOTIVAS.....	12
FIGURA 5 – CANALETAS PARA PASSAGEM DE FAUNA, INSTALADAS NO TRECHO ENTRE PORTO ALEGRE (RS) E RIO PARDO (RS).....	13
FIGURA 6 – EXEMPLO DE INDIVÍDUO DE <i>Tapirus terrestris</i> (ANTA) UTILIZANDO UMA PASSAGEM DE FAUNA.	14
FIGURA 7 – FAUNA REGISTRADA NAS CANALETAS, DO TOPO À ESQUERDA EM SENTIDO HORÁRIO: MÃO-PELADA (<i>Procyon cancrivorus</i>), TATU-GALINHA (<i>Dasypus novemcinctus</i>), TIGRE-D'ÁGUA (<i>Trachemys dorbigni</i>), E GATO-DO-MATO (<i>Leopardus sp.</i>).	16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	8
2.1 Objetivos específicos	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA.....	9
3.2 CERCAS-GUIA.....	10
3.3 APITOS ULTRASSÔNICOS	11
3.4 CANALETAS PARA PASSAGEM DE FAUNA.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA.....	14
4.2 CERCAS-GUIA.....	15
4.3 APITOS ULTRASSÔNICOS	16
4.4 CANALETAS PARA PASSAGEM DE FAUNA.....	16
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
6 REFERÊNCIAS	19
7 ANEXO	20

1. INTRODUÇÃO

As construções de estradas e/ou ferrovias ocasionam o chamado “efeito barreira ou filtro”, onde se criam fragmentos florestais menores que isolam populações de animais. Essa intervenção prejudica o fluxo gênico de espécies através do afugentamento da fauna pela emissão de diversos poluentes, oriundos das atividades e redução de habitat (SEILER, 2001). Além disso, o risco de atropelamentos se mostra como um fator constante, resultado da colisão entre exemplares da fauna com os veículos ferroviários (vagões, locomotivas) o que pode, em última análise, afetar o deslocamento natural das espécies, seja um animal silvestre ou mesmo doméstico (BAGER, 2012).

Assim como nas rodovias, o risco de atropelamentos nas ferrovias está relacionado com comportamento das espécies de fauna (deslocamento, forrageamento, dentre outros fatores) e também pela sua relação com o ambiente antropizado. A própria presença de carcaças de outros atropelamentos favorece a presença de outras espécies carniceiras que, por sua vez, também correm o risco de serem atropeladas (TEIXEIRA et al., 2013).

A fim de mitigar os efeitos de vias de transporte sobre a fauna, foram desenvolvidas diferentes medidas mitigadoras, principalmente para rodovias (BECKMANN et al., 2010; VAN DER REE et al., 2015). Entre as medidas mais consolidadas estão as passagens de fauna, inferiores e superiores (como viadutos verdes), e as cercas-guias associadas às passagens de fauna (BECKMANN et al., 2010). No Brasil, existem alguns poucos estudos sobre passagens sob rodovias, a exemplo do estudo de caso apresentado por Bager (2003), relatando a implantação de 16 estruturas de proteção à fauna sob a rodovia que cruza a Estação Ecológica do Taim (RS).

Considerando os impactos causados pelas malhas ferroviárias brasileiras sobre a fauna dos diferentes biomas e os poucos estudos sobre o impacto das ferrovias sobre as comunidades faunísticas, é importante conhecer e discutir os tipos de medidas mitigadoras disponíveis a fim de se avaliar sua eficácia e viabilidade dentre as variadas situações de impacto.

As malhas ferroviárias da RUMO S. A. passam por quatro biomas brasileiros: Mata Atlântica, Pampa, Cerrado e Pantanal. As malhas atravessam seis estados: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato do Grosso do

Sul e Mato Grosso (FIGURA 1). Com o intuito de mitigar os impactos ambientais causados por atropelamentos e outras fatalidades associadas à presença da via férrea, foram instalados ao longo de trechos selecionados entre as malhas diferentes medidas de mitigação que possibilitam o trânsito seguro das espécies entre os ambientes disjuntos pela via férrea. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo apresentar uma das principais medidas mitigatórias de fatalidades de fauna utilizadas atualmente nas malhas ferroviárias da RUMO em diferentes biomas brasileiros.

FIGURA 1 - MAPA DAS MALHAS FERROVIÁRIAS DA RUMO



FONTE: RUMO (2018).

2. OBJETIVOS

Apresentar as principais medidas mitigatórias de fatalidades de fauna utilizadas hoje nas malhas ferroviárias em diferentes biomas brasileiros.

2.1 Objetivos específicos

- Descrever as medidas mitigatórias instaladas nas ferrovias brasileiras;
- Apresentar o método de monitoramento;
- Apresentar resultados obtidos até o momento dos monitoramentos do uso das medidas implantadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados aqui apresentados e discutidos foram cedidos pela RUMO S.A., empresa de logística ferroviária responsável por de 11 mil km de ferrovia no Brasil, fruto de cumprimento de condicionantes ambientais do licenciamento via Ibama.

Atualmente a RUMO possui quatro diferentes tipos de medidas mitigadoras aplicadas ao longo de suas malhas: passagens inferiores de fauna; cercas-guias instaladas como direcionadores em passagens de fauna; apitos ultrassônicos instalados em locomotivas; e canaletas entre dormentes instaladas para passagem para animais. A seguir a descrição de cada medida implantada:

3.1 PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA

As passagens inferiores de fauna são como túneis sob o leito das vias de transporte. Clewenger e Ford (2010) apresentam alguns tipos de passagens de fauna e entre eles as passagens inferiores, que podem ser de uso exclusivo da fauna, ou estruturas multifuncionais, assim como pontes e galerias, que podem funcionar como estruturas de travessia de fauna desde que adequadas com passagens secas em suas margens.

Nas Malhas Norte (entre MS e MT) e Paulista existem cerca de 150 estruturas de passagem de fauna instaladas sob o leito da ferrovia entre Rondonópolis (MT) e o Porto de Santos (SP). As estruturas de passagem foram instaladas com o intuito de manter a conectividade entre ambientes naturais no entorno da ferrovia. Entre as estruturas instaladas estão *tunnel liners* de 2,5 m de diâmetro, galerias ecológicas e pontes (FIGURA 2).

Para análise desse aspecto ecológico da fauna, foram definidas 70 estruturas para o monitoramento, as quais incluem passagens de fauna silvestre, passagens de gado/fauna, travessias secas junto às pontes e galerias ecológicas. No período de 2014 a 2017, as estruturas foram monitoradas ao longo de 12 campanhas de monitoramento com armadilhas fotográficas a fim de verificar se as estruturas eram utilizadas pela fauna local para travessias.

Em cada uma destas estruturas de passagem de fauna foram instaladas duas armadilhas fotográficas (*camera-trap*) estrategicamente posicionadas, sendo uma em cada entrada da travessia, as quais permaneceram ativas por 10 dias

consecutivos, de modo a permitir registros fotográficos para a identificação dos animais ao maior nível taxonômico possível.

FIGURA 2 - EXEMPLOS DE PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA, ONDE: GE 1) GALERIA ECOLÓGICA; PTE 12) PONTE; PF 29) PASSA-FAUNA; E PG/PF 13) PASSAGADO/PASSA-FAUNA



FONTE: RUMO (2015).

Foram registradas a quantidade de indivíduos e as espécies identificadas utilizando as estruturas, seja atravessando completamente ou circulando pelo local. Dentre os espécimes registrados, foi identificada a representatividade de espécies ameaçadas de extinção.

3.2 CERCAS-GUIA

As cercas-guias são desenhadas especialmente para funcionar como direcionadores da fauna para a entrada do passa-fauna associado, além de funcionar como barreira local para diferentes tipos de animais impedindo assim o acesso à via naquele ponto.

Dentre as estruturas de passagem instaladas na Malha Norte, 27 possuem

cercas-guia instaladas (FIGURA 3). As cercas possuem 2,5 m de altura e 150 m de extensão para cada lado do passa-fauna e uma combinação de diferentes tamanhos de malha a fim de dificultar a transposição da cerca por animais de diferentes portes.

FIGURA 3 - EXEMPLO DE CERCA-GUIA INSTALADA ASSOCIADA À PASSAGEM DE FAUNA



FONTE: RUMO (2018).

O monitoramento das estruturas com cercas-guia foi realizado conforme apresentado anteriormente para as passagens inferiores de fauna. Foram registradas a quantidade de indivíduos e as espécies identificadas utilizando as estruturas, seja atravessando completamente ou circulando pelo local.

3.3 APITOS ULTRASSÔNICOS

Foi fixado um par de apitos ultrassônicos (FIGURA 4), um apito para sons agudos e outro para sons graves, em 10 locomotivas circulando entre Rondonópolis (MT) e o Porto de Santos (SP), devido à velocidade (acima de 50 km/h) alcançada pelas locomotivas neste trecho necessária para ativar os apitos. O som produzido tem um alcance de 400 m. Estes apitos são utilizados em veículos automotivos, na Europa e na América do Norte, para afastar veados das estradas no momento em que o veículo está passando, evitando atropelamentos e graves acidentes. Após um

teste em cativeiro, para avaliar se os animais reagiriam ao som dos apitos, foram instalados os apitos nas locomotivas com o objetivo de testar a eficácia do aparelho em afugentar a fauna da linha enquanto a composição se aproxima.

FIGURA 4 – EXEMPLO DE APITOS ULTRASSÔNICOS INSTALADOS EM LOCOMOTIVAS



FONTE: RUMO (2018).

Para verificar a eficácia do método com os animais, primeiramente os apitos foram testados no zoológico municipal de Curitiba, como uma forma de avaliar a reação dos mesmos ao ruído do apito. O apito foi testado com três espécies de animais, anta (*Tapirus terrestris*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e veado (*Mazama americana*), todos dentro de seus respectivos recintos. Os animais foram escolhidos levando em consideração a quantidade de atropelamentos e seu *status* de ameaça. Todos os animais apresentaram alguma reação ao som do apito, porém como estão acostumados com as pessoas e com o barulho, não ficaram assustados ou foram afugentados. O animal que apresentou a maior reação foi a anta, que, ao perceber o som, se deslocou para o interior de seu abrigo apresentando certo incômodo com o apito.

3.4 CANALETAS PARA PASSAGEM DE FAUNA

As vias da Malha Sul - RS cruzam muitas áreas alagadas e de banhados, onde foi registrada grande quantidade de tigres d'água (*Trachemys dorbignyi*) morrendo por duas razões: atropelamentos e desidratação/inanição por aprisionamento entre os trilhos. A exemplo de canaletas implantadas entre dormentes pela *West Japan Railway Company*, a fim de evitar a mortalidade de tartarugas na via (SIMS, 2015) permitindo uma travessia segura para tais animais, a

RUMO instalou seis canaletas entre dormentes (FIGURA 5) no trecho entre Porto Alegre (RS) e Rio Pardo (RS).

Antes da instalação das canaletas foram analisados os *blackspots* de fatalidades de fauna quanto aos registros de quelônios na Malha Sul - RS, e então foram definidos dois *blackspots* para os testes. Para a análise de *blackspots* foi utilizado o *software* Siriema v2.0 (COELHO et al., 2014). Em cada *blackspot* foram instalados três canaletas, com um intervalo de 100 metros entre elas, abrangendo 200 m de cada *blackspot*.

FIGURA 5 – CANALETAS PARA PASSAGEM DE FAUNA, INSTALADAS NO TRECHO ENTRE PORTO ALEGRE (RS) E RIO PARDO (RS)



FONTE: RUMO (2018).

As seis canaletas instaladas foram monitoradas por 10 dias consecutivos com armadilhas fotográficas a fim de registrar o uso das passagens pelo grupo alvo e outros animais de pequeno e médio porte. Foram registradas a quantidade de indivíduos e as espécies identificadas utilizando as estruturas, seja atravessando ou completamente ou circulando pelo local.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA

Ao longo do período de estudo foram contabilizados 5.325 registros de 103 espécies da fauna utilizando as estruturas de passagem, sendo que, destes, 4.900 registros correspondem a animais silvestres (Anexo 1). Entre a fauna silvestre registrada, 33,6% corresponde a indivíduos de espécies ameaçadas como lobo-guará, tamanduá-bandeira, anta, onça-pintada, cervo-do-pantanal, tatu-canastra e queixada (FIGURA 6).

FIGURA 6 – EXEMPLO DE INDIVÍDUO DE *Tapirus terrestris* (ANTA) UTILIZANDO UMA PASSAGEM DE FAUNA



FONTE: RUMO (2018).

As passagens inferiores de fauna estão entre as estruturas de mitigação mais comumente utilizadas para o fluxo da fauna entre os ambientes recortados por rodovias e também em ferrovias (FOSTER; HUMPHREY, 1995; HAAS, 2000; DODD

et al., 2007; CHAMBERS; BENCINI, 2013; SMITH et al., 2015), como se vê no caso da RUMO. Contudo, ainda são poucos os estudos que confirmam sua efetividade para mitigação de atropelamentos, sendo que alguns trabalhos defendem que a instalação de passagens de fauna deve ser conjunta com a instalação de cercas-guia (p.ex. SAYWER et al., 2012; VAN DER REE et al., 2015). Esses estudos, citados anteriormente, comprovaram que a eficácia das passagens de fauna em reduzir atropelamentos aumenta quando combinadas com cercas-guia, melhorando consequentemente a permeabilidade entre habitats.

4.2 CERCAS-GUIA

Dentre as 70 estruturas de passagem monitoradas, oito possuem cercas-guia instaladas. Estas oito passagens de fauna registraram 918 indivíduos silvestres no total, representando 18,7% dos animais identificados ao longo do monitoramento das passagens de fauna.

Van der Ree et al. (2015) relatam que as cercas são a chave para uma estratégia de mitigação de sucesso, entretanto requerem um desenho bem elaborado para ser efetivas, considerando as espécies para quem são destinadas e suas particularidades. Dodd et al. (2007) trazem a confirmação de que as cercas auxiliam na redução de atropelamentos e no incremento de conectividade de habitats.

As cercas instaladas nas passagens inferiores de fauna na Malha Norte da RUMO foram desenhadas para funcionar como direcionadoras para diferentes grupos de animais, considerando sua combinação de malha mais fina na parte inferior e mais larga na parte superior, entretanto ao final dos seus 150 m de extensão para cada lado elas acabam abruptamente. Markle et al. (2017) apresentam os riscos da aplicação de cercas não contínuas, ou seja, cercas que não fecham totalmente o acesso à via, e sugerem que ao invés das cercas acabarem abruptamente elas deveriam seguir para longe da via. Nas análises espaciais dos atropelamentos de fauna na Malha Norte foram registrados atropelamentos em no final de algumas, que podem estar relacionados a esse efeito apontado por Markle et al. (2017).

4.3 APITOS ULTRASSÔNICOS

Ainda não foram obtidos resultados da aplicação dos apitos, por dificuldades operacionais nas primeiras tentativas de monitoramento e furtos da primeira leva de equipamentos.

4.4 CANALETAS PARA PASSAGEM DE FAUNA

Foram registrados oito indivíduos de seis diferentes espécies (mão-pelada; gato-do-mato; cachorro-do-mato; gambá; tatu-galinha; e tigre-d'água) ou atravessando ou no entorno das estruturas (FIGURA 7), sendo um indivíduo quelônio da espécie *Trachemys dorbigni* (tigre-d'água).

FIGURA 7 – FAUNA REGISTRADA NAS CANALETAS.



Legenda: A) mão-pelada (*Procyon cancrivorus*); B) tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*); C) tigre-d'água (*Trachemys dorbigni*); e D) gato-do-mato (*Leopardus sp.*)

FONTE: RUMO (2018).

Apesar dos resultados inconclusivos encontrados até agora, estudos anteriores com a instalação de passagens semelhantes, em uma ferrovia em Massachusetts (PELLETIER et al., 2005) e na *West Japan Railway Company* (SIMS, 2015), comprovaram sua eficácia em fornecer uma travessia segura para quelônios e outros pequenos vertebrados.

Considerando que Rautsaw et al. (2018) confirmaram os efeitos barreira e de aprisionamento de uma ferrovia desativada na Flórida sobre a população local de quelônios, deve-se prosseguir com os estudos sobre esse tipo de travessia nesta situação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados apresentados, pode-se dizer que as passagens inferiores de fauna instaladas e monitoradas demonstraram ser importantes na manutenção da conectividade entre habitats, visto que vários indivíduos de diferentes espécies foram registrados utilizando as estruturas para realizar travessias. Entretanto, fica claro que, para a análise da eficácia destas estruturas em relação à mitigação do atropelamento de fauna, ainda são necessários estudos específicos de comparação de dados de atropelamento com dados de travessias em pontos com e sem estruturas de passagem.

O mesmo vale para as cercas-guias. São necessários novos estudos comparativos com dados de atropelamentos e dados de travessia entre estruturas com e sem cercas. Além disso, deve ser avaliado o desenho da cerca em si, a fim de se descobrir se está adequado ao que se propõe.

As canaletas entre dormentes foram instaladas inicialmente a fim de mitigar fatalidade de quelônios, no entanto, observou-se que estas estruturas podem ser utilizadas por animais de pequeno e médio porte além dos quelônios, possibilitando a redução de fatalidade para outros grupos faunísticos nas ferrovias dos demais estados brasileiros. Contudo, novas campanhas devem ser realizadas a fim de se qualificar e quantificar a utilização das estruturas pela fauna.

Apesar do aspecto mais expositivo deste estudo, nota-se a relevância da discussão de tais dados, dada a abrangência dos impactos que se deseja mitigar e a alta pressão de fragmentação de habitats e riscos de atropelamento a que a fauna silvestre está sujeita com a constante crescente atividade antrópica.

6. REFERÊNCIAS

- BAGER, A. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos rodoviários associados a Unidades de Conservação - Um estudo de caso (Cap. 12). *In*: BAGER, A. (Ed.). **Áreas Protegidas: Conservação no Âmbito do Cone Sul**. Pelotas: edição do editor. 223 p. 2003.
- BAGER, A. **Ecologia de Estradas.- Tendências e pesquisas**. Lavras, Ed. UFLA, p. 13 - 33. 2012.
- BECKMANN, J.P.; CLEVINGER, A.P.; HUIJSER, M.P.; HILTY, J.A. (Eds.) **Safe passages - Highways, Wildlife, and Habitat Connectivity**. Washington: Island Press. 396 p. 2010.
- CHAMBERS, B.; BENCINI, R. **The Factors Affecting the Use of Fauna Underpasses by Quenda and Bobtail Lizards**. Report to Main Roads Western Australia. University of Western Australia. 2013.
- CLEVINGER, A.P.; FORD, A.T. **Wildlife Crossing Structures, Fencing, and Other Highway Design Considerations (Chapter2)**. *In*: BECKMANN, J.P.; CLEVINGER, A.P.; HUIJSER, M.P.; HILTY, J.A. (Eds.) **Safe passages - Highways, Wildlife, and Habitat Connectivity**. Washington: Island Press. 396 p. 2010.
- COELHO, A.V.P.; COELHO, I.P.; TEIXEIRA, F.T.; KINDEL, A. **Siriema: road mortality software. Manual do Usuário V. 2.0**. NERF, UFRGS, Porto Alegre, Brasil. 2014. Disponível em: www.ufrgs.br/siriema.
- DODD, N.L.; GAGNON, W.; BOE, S.; SCHWEINSBURG, R. E. **Role of fencing in promoting wildlife underpass use and highway permeability**. *In*: IRWIN, C.L.; GARRETT, P.; MCDERMOTT, K.P. (Eds). **Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation**. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, NC, pp.475–487. 2007.
- FOSTER, M.L.; HUMPHREY, S.R. Use of Highway Underpasses by Florida Panthers and Other Wildlife. **Wildlife Society Bulletin**, Vol. 23, No. 1, pp. 95-100. 1995.
- GAGNON, J.W.; DODD, N.L.; SPRAGUE, S.; OGREN K.; SCHWEINSBURG, R. E. **Preacher Canyon wildlife fence and crosswalk enhancement project evaluation: State Route 260**. Final project report submitted to Arizona Department of Transportation, Phoenix, AZ. 2010. Disponível em: http://www.azgfd.gov/wc/documents/Preacher_Canyon_Elk_Crosswalk_and_Wildli

[fe Fencing Enhancement Project 2010.pdf>.](#)

HAAS, C.D. **Distribution, relative abundance, and roadway underpass responses of carnivores throughout the puente-chino hills.** Thesis of Master Degree at Faculty of California State Polytechnic University, Pomona. 2000.

PELLETIER, S.K.; CARLSON, L.; NEIN, D.; ROY, R.D. Railroad crossing structures for spotted turtles: Massachusetts Bay Transportation authority – Greenbush Rail Line Wildlife Crossing Demonstration Project. **ICOET 2005 Proceedings**, Chapter 9, p. 414-425. 2005.

RAUTSAW, R.M.; MARTIN, S.A.; VINCENT, B.A.; LANCTOT, K.; BOLT, M.R.; PARKINSON, C.L. Stopped Dead in Their Tracks: The Impact of Railways on Gopher Tortoise (*Gopherus polyphemus*) Movement and Behavior. **Copeia**, v.106, n.1, p.135-143. 2018.

COELHO, A.V.P.; COELHO, I.P.; TEIXEIRA, F.T.; KINDEL, A. **Siriema: road mortality software. Manual do Usuário V. 2.0.** NERF, UFRGS, Porto Alegre, Brasil. 2014. Disponível em: www.ufrgs.br/siriema.

SIMS, A. **Japanese rail workers build special tunnels to save turtles from train deaths**Reportagem do Independent. Independent News, London, UK. 2015. Disponível em: <<http://www.independent.co.uk/news/world/asia/japanese-rail-workers-build-special-tunnels-to-save-turtles-from-train-deaths-a6757466.html>>. Acessado em 14/09/2016.

SAWYER, H.; LEBEAU C.; HART, T. Mitigating roadway impacts to migratory mule deer – a case study with underpasses and continuous fencing. **Wildlife Society Bulletin**, v. 36, p. 492–498. 2012.

SEILER, A. **Ecological effects of roads - A review.** Uppsala, Department of Conservation Biology, Swedish University of Agricultural Sciences SLU, 40p. 2001.

SMITH, D.; VAN DER REE, R.; ROSSEL, C. **Wildlife crossing structures: An effective strategy to restore or maintain wildlife connectivity across roads.** In: VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. (Eds.). Handbook of road ecology. Wiley Blackwell. 551 p. 2015.

TEIXEIRA, F.Z., COELHO, A.V.P., ESPERANDIO, I.B. Vertebrate road mortality estimates: effects of sampling methods and carcass removal. **Biological Conservation**, v157; p. 317-323. 2013.

VAN DER REE, R.; GAGNON, J.W.; SMITH, D.J. **Fencing: A valuable tool for reducing wildlife-vehicle collisions and funneling fauna to crossing structures.**
In: VAN DER REE, R.; SMITH, D.J.; GRILO, C. (Eds.). Handbook of road ecology. Wiley Blackwell. 551 p. 2015.

7. ANEXO

Anexo 1: Lista das espécies silvestres registradas nas passagens inferiores de fauna.

Classe	Família	Espécie	Nº de registros	Status de ameaça (IUCN)
Aves	Accipitridae	<i>Buteogallus meridionalis</i>	1	Least Concern (LC)
	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	17	Least Concern (LC)
	Ardeidae	<i>Tigrisoma lineatum</i>	1	Least Concern (LC)
	Bucconidae	<i>Notharchus tectus</i>	1	Least Concern (LC)
	Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	29	Least Concern (LC)
	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	5	Least Concern (LC)
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	1	Least Concern (LC)
	Columbidae	<i>Columbina picui</i>	7	Least Concern (LC)
		<i>Columbina talpacoti</i>	52	Least Concern (LC)
		<i>Leptotila rufaxilla</i>	75	Least Concern (LC)
		<i>Leptotila verreauxi</i>	2	Least Concern (LC)
		<i>Patagioenas cayennensis</i>	1	Least Concern (LC)
		<i>Patagioenas picazuro</i>	1	Least Concern (LC)
		<i>Zenaida auriculata</i>	12	Least Concern (LC)
	Cracidae	<i>Crax fasciolata</i>	104	Vulnerable (VU)
		<i>Penelope obscura</i>	1	Least Concern (LC)
		<i>Penelope ochrogaster</i>	3	Vulnerable (VU)
	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	6	Least Concern (LC)
		<i>Guira guira</i>	1	Least Concern (LC)
	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	1	Least Concern (LC)
	Icteridae	<i>Gnorimopsar chopi</i>	4	Least Concern (LC)
		<i>Molothrus bonariensis</i>	1	Least Concern (LC)
		<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	19	Least Concern (LC)
	Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	1	Least Concern (LC)
	Rallidae	<i>Amaurolimnas concolor</i>	3	Least Concern (LC)
		<i>Aramides cajaneus</i>	10	Least Concern (LC)
		<i>Aramides saracura</i>	21	Least Concern (LC)
		<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	7	Least Concern (LC)
		<i>Porzana albicollis</i>	6	Least Concern (LC)
	Rheidae	<i>Rhea americana</i>	7	Near Threatened (NT)
	Thamnophilidae	<i>Cercomacra nigrescens</i>	1	-
	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	1	Least Concern (LC)
		<i>Saltator aurantirostris</i>	1	Least Concern (LC)
		<i>Sicalis flaveola</i>	4	Least Concern (LC)
		<i>Volatinia jacarina</i>	16	Least Concern (LC)
	Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	9	Least Concern (LC)
	Tinamidae	<i>Crypturellus parvirostris</i>	18	Least Concern (LC)
		<i>Crypturellus tataupa</i>	2	Least Concern (LC)
		<i>Crypturellus undulatus</i>	11	Least Concern (LC)
		<i>Nothura maculosa</i>	1	Least Concern (LC)
		<i>Rhynchotus rufescens</i>	5	Least Concern (LC)
	Trochilidae	<i>Colibri serrirostris</i>	1	Least Concern (LC)
		Não identificado	1	-

Classe	Família	Espécie	Nº de registros	Status de ameaça (IUCN)
	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	2	Least Concern (LC)
		<i>Turdus rufiventris</i>	25	Least Concern (LC)
	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	Least Concern (LC)
Mammalia	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	429	Least Concern (LC)
		<i>Chrysocyon brachyurus</i>	121	Near Threatened (NT)
	Caviidae	<i>Cavia aperea</i>	11	Least Concern (LC)
		<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	224	Least Concern (LC)
	Cebidae	<i>Sapajus apella</i>	280	Least Concern (LC)
	Cervidae	<i>Blastocerus dichotomus</i>	32	Vulnerable (VU)
		<i>Mazama americana</i>	25	Data Deficient (DD)
		<i>Mazama gouazoubira</i>	139	Least Concern (LC)
		<i>Mazama nana</i>	1	Vulnerable (VU)
		<i>Mazama sp.</i>	22	-
		Não identificado	5	-
		<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	46	Near Threatened (NT)
	Cricetidae	Não identificado	1	-
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	70	Least Concern (LC)
	Dasypodidae	<i>Cabassous unicinctus</i>	6	Least Concern (LC)
		<i>Dasypus novemcinctus</i>	284	Least Concern (LC)
		<i>Euphractus sexcinctus</i>	288	Least Concern (LC)
		Não identificado	10	-
		<i>Priodontes maximus</i>	33	Vulnerable (VU)
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta azarae</i>	194	Data Deficient (DD)
		<i>Dasyprocta aguti</i>	18	-
	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	1	Least Concern (LC)
		<i>Didelphis albiventris</i>	14	Least Concern (LC)
		<i>Didelphis sp.</i>	3	-
		<i>Philander opossum</i>	3	Least Concern (LC)
	Erethizontidae	<i>Coendou prehensilis</i>	4	Least Concern (LC)
		<i>Coendou sp.</i>	2	-
		<i>Coendou spinosus</i>	1	Least Concern (LC)
		<i>Sphiggurus villosus</i>	1	Least Concern (LC)
	Felidae	<i>Leopardus braccatus</i>	1	-
		<i>Leopardus colocolo</i>	1	Near Threatened (NT)
		<i>Leopardus guttulus</i>	1	Vulnerable (VU)
		<i>Leopardus pardalis</i>	53	Least Concern (LC)
		<i>Leopardus sp.</i>	1	-
		<i>Leopardus tigrinus</i>	2	Vulnerable (VU)
		<i>Leopardus wiedii</i>	1	Near Threatened (NT)
		<i>Panthera onca</i>	1	Near Threatened (NT)
		<i>Puma concolor</i>	32	Least Concern (LC)
		<i>Puma yagouaroundi</i>	2	Least Concern (LC)
	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	17	Least Concern (LC)

Classe	Família	Espécie	Nº de registros	Status de ameaça (IUCN)
	Mephitidae	<i>Conepatus chinga</i>	6	Least Concern (LC)
		<i>Conepatus semistriatus</i>	5	Least Concern (LC)
	Muridae	Não identificado	8	-
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	30	Least Concern (LC)
		<i>Galictis cuja</i>	2	Least Concern (LC)
		<i>Lontra longicaudis</i>	2	Near Threatened (NT)
	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	193	Vulnerable (VU)
		<i>Tamandua tetradactyla</i>	53	Least Concern (LC)
	Morcegos não identificados		7	-
	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	168	Least Concern (LC)
		<i>Procyon cancrivorus</i>	113	Least Concern (LC)
	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	1049	Vulnerable (VU)
Tayassuidae	Não identificado	2	-	
	<i>Pecari tajacu</i>	117	Least Concern (LC)	
	<i>Tayassu pecari</i>	218	Vulnerable (VU)	
Reptilia	Alligatoridae	Não identificado	1	-
	Boidae	<i>Boa constrictor amarali</i>	2	-
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	1	Least Concern (LC)
	Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>	22	-
		<i>Ameivula ocellifera</i>	2	-
		<i>Salvator dusenei</i>	3	-
		<i>Salvator merianae</i>	2	Least Concern (LC)
		<i>Tupinambis quadrilineatus</i>	7	-
		<i>Tupinambis teguixin</i>	1	Least Concern (LC)
	Testudinidae	<i>Chelonoidis carbonaria</i>	1	-
Tropiduridae	<i>Tropidurus sp.</i>	4	-	
Viperidae	<i>Bothrops moojeni</i>	1	-	
	<i>Crotalus durissus</i>	1	Least Concern (LC)	
Total			4900	-